



## Electrical double-layer capacitor

**Patent number:** DE10060653  
**Publication date:** 2002-06-20  
**Inventor:** ERHARDT WERNER (DE); WEBER CHRISTOPH (DE)  
**Applicant:** EPCOS AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01G9/058  
- **european:** H01G9/00D  
**Application number:** DE20001060653 20001206  
**Priority number(s):** DE20001060653 20001206

**Also published as:**

 WO0247098 (A1)  
 US2004027782 (A1)

**Report a data error here**

**Abstract of DE10060653**

The invention relates to an electrical double-layer capacitor comprising two superimposed electrode layers (2, 3). Said electrode layers (2, 3) are separated by an electrically insulating separation layer (1). At least one of the electrode layers (2, 3) is applied to the separation layer (1) by coating. The inventive capacitor allows for a more compact design owing to the coating of the separation layer (1) with the electrode layer (2, 3).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 60 653 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
H 01 G 9/058

21 Aktenzeichen: 100 60 653.9  
22 Anmeldetag: 6. 12. 2000  
43 Offenlegungstag: 20. 6. 2002



DE 100 60 653 A 1

71 Anmelder:  
EPCOS AG, 81669 München, DE  
74 Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

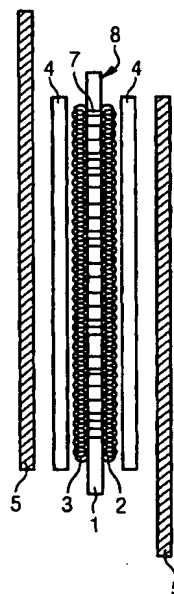
72 Erfinder:  
Erhardt, Werner, 89177 Ballendorf, DE; Weber,  
Christoph, Dr., 89522 Heidenheim, DE  
56 Entgegenhaltungen:  
EP 09 74 989 A1  
Pat. Abstr. CD-Rom: JP 11251198 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Elektrischer Doppelschicht-Kondensator

57 Die Erfindung betrifft einen elektrischen Doppelschicht-Kondensator, der zwei übereinanderliegende Elektroden-schichten (2, 3) aufweist. Diese Elektroden-schichten (2, 3) sind durch eine elektrisch isolierende Trennschicht (1) voneinander getrennt. Wenigstens eine der Elektroden-schichten (2, 3) ist durch ein Beschichtungsverfahren auf die Trennschicht (1) aufgebracht. Der erfindungsgemäße Kondensator hat den Vorteil, daß durch die mit der Elektroden-schicht (2, 3) beschichtete Trennschicht (1) eine verbesserte Volumenausnutzung möglich ist.



DE 100 60 653 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrischen Doppelschicht-Kondensator mit zwei übereinanderliegenden Elektrodenschichten, die durch eine elektrisch isolierende Trennschicht voneinander getrennt sind.

[0002] Es sind Kondensatoren der eingangs genannten Art bekannt, bei denen die Trennschicht und die Elektrodenschichten separate Elemente darstellen, die miteinander verstackelt und dann aufgewickelt werden. Die Trennschicht hat dabei die Funktion der Verhinderung von Kurzschlüssen. Zur Herstellung von Kondensatoren für hohe elektrische Energie werden die Elektroden dadurch optimiert, daß ihre Oberfläche erheblich vergrößert wird. Dies gelingt beispielsweise bei Elektrodenschichten aus Kohlenstoff durch Aktivieren der Oberfläche. Elektrodenschichten aus Kohlenstoff können beispielsweise in Form von Tüchern in den Kondensator eingebracht werden.

[0003] Die bekannten Kondensatoren haben den Nachteil, daß sie eine schlechte Volumenausnutzung aufweisen. Unter Volumenausnutzung versteht der Fachmann die pro Volumen des Kondensators zur Verfügung gestellte Kapazität. Da die Elektrodenschichten und die Trennschicht jeweils separate Elemente sind, müssen sie aus einem Material gefertigt sein, das eine gewisse Mindeststabilität aufweist. Ansonsten könnten die einzelnen Schichten nicht miteinander verstackelt und anderweitig verarbeitet werden. Die Mindeststabilität wird dabei durch eine entsprechende Mindestschichtdicke beispielsweise der Kohlenstofftücher erreicht. Bei hoher Schichtdicke der einzelnen Schichten verschlechtert sich die Volumenausnutzung.

[0004] Für den Fall, daß die Schichtstackel zu einer Rolle aufgewickelt werden, besteht zudem die Gefahr, daß sich während des Aufwickelns Verwerfungen in einzelnen Schichten bilden, die zu Hohlräumen in dem Kondensatorwickel führen, wodurch die Volumenausnutzung ebenfalls schlechter wird.

[0005] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Kondensator der eingangs genannten Art anzugeben, der eine verbesserte Volumenausnutzung aufweist.

[0006] Die Erfindung gibt einen elektrischen Doppelschicht-Kondensator an, der zwei übereinanderliegende Elektrodenschichten aufweist. Die Elektrodenschichten sind durch eine elektrisch isolierende Trennschicht voneinander getrennt. Wenigstens eine der Elektrodenschichten ist durch ein Beschichtungsverfahren auf die Trennschicht aufgebracht.

[0007] Der erfindungsgemäße Kondensator hat den Vorteil, daß wenigstens eine Elektrodenschicht und die Trennschicht in einem Gegenstand zusammengefaßt sind. Dabei ist die Elektrodenschicht integraler Bestandteil dieses Gegenstands. Da diese eine, durch das Beschichtungsverfahren auf die Trennschicht aufgebrachte Elektrodenschicht kein separates Element des Kondensators mehr ist, kann sie mit einer wesentlich geringeren Schichtdicke ausgeführt werden. Insbesondere ist eine hohe eigene mechanische Stabilität der Elektrodenschicht nicht mehr erforderlich. Mit Hilfe der Erfindung ist es beispielsweise möglich, Elektrodenschichten einer Dicke  $< 500 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $< 100 \mu\text{m}$ , zur Anwendung zu bringen.

[0008] Ferner hat der erfindungsgemäße Kondensator den Vorteil, daß die Elektrodenschicht nicht mehr als separates Teil auf die Trennschicht aufgelegt, sondern durch ein Beschichtungsverfahren aufgebracht ist. Dadurch weist die Elektrodenschicht einen sehr geringen Abstand von der Trennschicht auf, wodurch sich die Kapazität zwischen den Elektrodenschichten vergrößert.

[0009] Aufgrund der möglichen geringeren Schichtdicke

und aufgrund des direkten Kontakts der Elektrodenschicht mit der Trennschicht weist der erfindungsgemäße Kondensator eine verbesserte Volumenausnutzung auf.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfaßt wenigstens eine der Elektrodenschichten Partikel oder Fasern, die auf die Trennschicht aufgebracht sind. Mit Hilfe von Partikeln oder Fasern gelingt die Realisierung einer besonders großen Oberfläche für die Elektrodenschicht, wie sie für hochkapazitive Kondensatoren benötigt werden. Insbesondere die Verwendung von Fasern für die Elektrodenschicht bietet den Vorteil, daß die Elektrodenschicht von ihrer von der Trennschicht abgewandten Seite her besser kontaktiert werden kann, da die Fasern bei geeigneter Faserlänge die Elektrodenschicht über ihre volle Dicke in einem Stück durchqueren und dadurch Korngrenzeneffekte vermieden werden können.

[0011] Außerdem ist es besonders vorteilhaft, wenn eine der Elektrodenschichten aus mit einem geeigneten Klebemittel vermischten Pulver hergestellt ist. Das Klebemittel sorgt für den Zusammenhalt des Pulvers innerhalb der Elektrodenschichten. Als Klebemittel kommen Materialien in Betracht, die für die Beschichtung von Aluminiumelektroden verwendet werden, beispielsweise Polyvinylidfluorid. Möglich ist auch die Einlagerung von Kohlenstoffpulver in eine Polymermatrix.

[0012] Das mit dem Pulver vermischte Klebemittel kann beispielsweise durch Rakeln oder auch durch Druckverfahren, wie z. B. Siebdruck, auf die Trennschicht aufgebracht sein.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit, die Elektrodenschicht auf die Trennschicht aufzubringen, besteht in dem elektrostatischen Abscheiden der Elektrodenschicht auf der Trennschicht. Die elektrostatische Abscheidung der Elektrodenschicht hat den Vorteil, daß auf Klebe- oder Bindemittel verzichtet werden kann. Dadurch wird die Langzeitstabilität des Kondensators unabhängig von der bei einem Kleber auftretenden Alterung bzw. des dadurch abnehmenden Klebevermögens.

[0014] Zur Kontaktierung der Elektrodenschicht kann in einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung auf der von der Trennschicht abgewandten Seite einer Elektrodenschicht eine Beschichtung mit einer elektrisch leitfähigen Kontaktschicht vorgesehen sein. Eine solche elektrisch leitfähige Kontaktschicht kann beispielsweise aus einem Edelmetall wie Silber oder Gold oder auch aus Aluminium bestehen. Insgesamt sind alle Materialien geeignet, die elektrisch leitfähig sind, die gegenüber den in elektrochemischen Doppelschicht-Kondensatoren verwendeten ionenhaltigen Lösungsmitteln und bei den an den Elektroden vorliegenden Potentialen beständig sind oder die durch die Ausbildung einer Schutzschicht beständig werden. Die Kontaktschicht hat den Vorteil, daß für eine verbesserte Kontaktierung der Elektrodenschicht gesorgt ist. Die Kontaktschicht kann vorteilhaft eine Dicke zwischen z. B. 1 und  $20 \mu\text{m}$  aufweisen.

[0015] Die Kontaktschicht kann in einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung durch Aufdampfen oder Aufsprühen hergestellt sein. Das Aufsprühen der Kontaktschicht kann insbesondere mit dem dem Fachmann unter dem Namen "Schoopen" bekannten Verfahren realisiert werden. Insbesondere in Verbindung mit einer elektrostatisch aufgetragenen Elektrodenschicht ist das Aufbringen der Kontaktschicht durch Aufdampfen vorteilhaft, da dadurch eine ausreichende Haftung der Elektrodenschicht auf der Trennschicht realisiert wird und auf weitere Klebemittel verzichtet werden kann. Darüber hinaus kann die Kontaktschicht auch den Zusammenhalt der Bestandteile der Elektrodenschicht fördern.

[0016] Zur Realisierung eines elektrochemischen Doppelschicht-Kondensators ist es vorteilhaft, wenn wenigstens eine der Elektroden-schichten Kohlenstoff oder ein anderes für einen elektrochemischen Doppelschicht-Kondensator geeignetes Material umfaßt. Ein weiteres solches Material wäre beispielsweise ein elektrisch leitfähiges Polymer oder auch ein Metalloxid, wie beispielsweise Rutheniumoxid oder Nickeloxid. Bei all den für den elektrochemischen Doppelschicht-Kondensator geeigneten Materialien für die Elektroden-schicht kommt es darauf an, daß sie einen Ladungsspeichermechanismus aufweisen, der dem Fachmann unter den Begriffen "Pseudokapazität" oder "Doppelschichtkapazität" bekannt ist.

[0017] Indem eine der Elektroden-schichten porös ausgeführt ist, kann die Oberfläche der Elektroden-schicht und damit die Kapazität des Doppelschicht-Kondensators vergrößert werden. Damit steigt auch die Volumenausnutzung an. Falls die Elektroden-schicht aus Kohlenstoff besteht, kann die Vergrößerung der Oberfläche durch Aktivierung des Kohlenstoffs hergestellt werden. Dabei werden Poren in dem Kohlenstoff erzeugt, was beispielsweise auf chemischem Wege möglich ist.

[0018] Um den erfindungsgemäßen Kondensator für größere Ströme auszulegen, ist es vorteilhaft, wenn wenigstens eine der Elektroden-schichten mit einer Zuleitungsschicht bedeckt ist, welche eine hohe Stromtragfähigkeit aufweist. Als solche Zuleitungsschicht kommt beispielsweise eine Aluminiumfolie in Betracht, die eine Dicke zwischen 10 und 100 µm aufweist.

[0019] Zur Realisierung eines elektrochemischen Doppelschicht-Kondensators ist es weiterhin vorteilhaft, wenn die Trennschicht eine poröse Schicht ist, welche mit einer ionenhaltigen Flüssigkeit getränkt ist. Dadurch läßt sich der typische Aufbau für einen elektrochemischen Doppelschicht-Kondensator realisieren. Als poröse Schicht kommt beispielsweise Papier oder auch eine poröse Kunststoff-Folie in Betracht. Die ionenhaltige Flüssigkeit kann beispielsweise Acetonitril sein.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind zwischen den Elektroden-schichten zwei Trennschichten angeordnet. Jede der Elektroden-schichten ist durch ein Beschichtungsverfahren auf genau einer der Trennschichten aufgebracht. Durch das Aufbringen der Elektroden-schichten auf zwei verschiedenen Trennschichten kann die Gefahr eines durch die Poren in der Trennschicht verursachten Kurzschlusses zwischen den Elektroden-schichten verringert werden. Desweiteren sind Trennschichten, die nur einseitig beschichtet sind, leichter herzustellen, da das Beschichten der Rückseite der Trennschicht entfällt. Desweiteren sind lediglich einseitig beschichtete Trennschichten auch leichter zu verarbeiten, beispielsweise beim Aufspulen der Schichten zu einem Wickel.

[0021] Die Kontaktschichten können bezüglich ihrer Dicke auch so ausgeführt sein, daß auf eine Zuleitungsschicht gegebenenfalls verzichtet werden kann.

[0022] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

[0023] Fig. 1 zeigt beispielhaft einen erfindungsgemäßen elektrischen Doppelschicht-Kondensator im schematischen Querschnitt.

[0024] Fig. 2 zeigt beispielhaft einen weiteren erfindungsgemäßen elektrischen Doppelschicht-Kondensator im schematischen Querschnitt.

[0025] Fig. 3 zeigt den Wickel eines erfindungsgemäßen elektrischen Doppelschicht-Kondensators im schematischen Querschnitt.

[0026] Fig. 4 zeigt den Wickel eines erfindungsgemäßen

elektrischen Doppelschicht-Kondensators in Seitenansicht. [0027] Fig. 1 zeigt einen Kondensator mit zwei Elektroden-schichten 2, 3 die durch eine Trennschicht 1 voneinander getrennt sind. Die Trennschicht 1 kann beispielsweise eine poröse Kunststoff-Folie mit einer Dicke zwischen 20 und 100 µm sein. Insbesondere ist eine Dicke von 30 µm geeignet. Die Elektroden-schichten 2, 3 sind durch ein Beschichtungsverfahren auf die Trennschicht 1 aufgebracht. An den Rändern der Trennschicht 1 sind Freiränder 8 vorgesehen, die nicht von Elektroden-schichten 2, 3 bedeckt sind. Diese Freiränder 8 dienen der Isolation zwischen den Elektroden-schichten 2, 3, wobei mit Hilfe der verlängerten Kriechstrecke zwischen den Elektroden-schichten 2, 3 die Gefahr eines Kurzschlusses vermindert werden kann.

[0028] Auf der Oberfläche der Elektroden-schichten 2, 3 sind Kontaktschichten 4 durch Aufdampfen aufgebracht. Auf jeder Kontaktschicht 4 ist ferner eine Zuleitungsschicht 5 angeordnet. Dabei ist der Abstand zwischen der Zuleitungsschicht 5 und der Kontaktschicht 4 in Fig. 1 nicht maßstabsgetreu gezeichnet. Bei einem Kondensator nach Fig. 1 wird nämlich die dichtestmögliche Packung der Schichten übereinander angestrebt. Wie in Fig. 1 dargestellt, sind die Zuleitungsschichten 5 so ausgeführt, daß sie oben beziehungsweise unten über den Schichtstapel hinausragen und so von außen leicht, beispielsweise mit Hilfe von Schoop-schichten, kontaktiert werden können.

[0029] Fig. 2 zeigt einen Kondensator, wobei die Bezugszeichen in Fig. 2 den Bezugszeichen in Fig. 1 entsprechen. Im wesentlichen ist der Aufbau des Kondensators in Fig. 2 derselbe wie in Fig. 1. Der Kondensator gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von dem Kondensator gemäß Fig. 1 darin, daß zwischen den Elektroden-schichten 2, 3 eine weitere Trennschicht 6 angeordnet ist. Auf jeder der Trennschichten 1, 6 ist jeweils eine Elektroden-schicht 2, 3 durch ein Beschichtungsverfahren, beispielsweise durch Rakeln von mit einem Bindemittel vermischten Pulver, aufgebracht.

[0030] Aufgrund der zweiten Trennschicht 6 zwischen den Elektroden-schichten 2, 3 kann auf jeder Seite der Trennschichten 1, 6 auf einen der beiden Freiränder 8, wie sie in Fig. 1 benötigt werden, verzichtet werden. Die zwischen den Elektroden-schichten 2, 3 angeordnete Doppelschicht ist nämlich bei Fig. 2 doppelt so dick wie die entsprechende Einfachschicht bei Fig. 1. Dadurch ist die Kriechstrecke zwischen den beiden Elektroden-schichten 2, 3 verlängert. Mit dem Weglassen jeweils eines Freirandes 8 auf jeder Seite der Trennschichten 1, 6 steigt die Volumenausnutzung des Kondensators weiter an.

[0031] Fig. 3 zeigt den durch Übereinanderstapeln von mehreren Lagen 9 mit Hilfe eines in Fig. 4 dargestellten Aufwickelvorgangs hergestellten Wickel 11 im Querschnitt. Es sind vier Lagen 9 übereinandergestapelt dargestellt. Jede der Lagen 9 entspricht dabei einem Aufbau, wie er durch zweimaliges Übereinanderstapeln einer in Fig. 1 dargestellten Anordnung entsteht.

[0032] Fig. 4 zeigt das Aufwickeln einer Lage 9 mit Hilfe eines Wickeldorns 10 zu einem Wickel 11, wie er für zylindersymmetrische Anordnungen benötigt wird.

[0033] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele, sondern wird in ihrer allgemeinsten Form durch Patentanspruch 1 definiert.

#### Patentansprüche

1. Elektrischer Doppelschicht-Kondensator mit zwei übereinanderliegenden, durch eine elektrisch isolierende Trennschicht (1) voneinander getrennten Elektroden-schichten (2, 3), bei dem wenigstens eine Elektroden-schicht (2, 3) durch

ein Beschichtungsverfahren auf die Trennschicht (1) aufgebracht ist.

2. Kondensator nach Anspruch 1, bei dem wenigstens eine Elektrodenschicht (2, 3) auf die Trennschicht (1) aufgebrachte Partikel oder Fasern umfaßt.

3. Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei dem wenigstens eine Elektrodenschicht (2, 3) aus mit einem geeigneten Klebemittel vermischten Pulver hergestellt ist.

4. Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Trennschicht (1) elektrostatisch mit einer Elektrodenschicht (2, 3) beschichtet ist.

5. Kondensator nach Anspruch 1 bis 4, bei dem die von der Trennschicht (1) abgewandte Seite wenigstens einer Elektrodenschicht (2, 3) mit einer elektrisch leitfähigen Kontaktschicht (4) beschichtet ist.

6. Kondensator nach Anspruch 5, bei dem die Kontaktschicht (4) durch Aufdampfen oder Aufsprühen hergestellt ist.

7. Kondensator nach Anspruch 1 bis 6, bei dem wenigstens eine Elektrodenschicht (2, 3) Kohlenstoff oder ein anderes für einen elektrochemischen Doppelschicht-Kondensator geeignetes Material umfaßt.

8. Kondensator nach Anspruch 7, bei dem wenigstens eine Elektrodenschicht (2, 3) ein elektrisch leitfähiges Polymer oder ein Metalloxid umfaßt.

9. Kondensator nach Anspruch 1 bis 8, bei dem wenigstens eine Elektrodenschicht (2, 3) porös ist.

10. Kondensator nach Anspruch 1 bis 9, bei dem wenigstens eine Elektrodenschicht (2, 3) mit einer hohen Stromtragfähigkeit aufweisenden Zuleitungsschicht (5) bedeckt ist.

11. Kondensator nach Anspruch 1 bis 10, bei dem die Trennschicht (1) eine poröse Schicht ist, die mit einer ionenhaltigen Flüssigkeit getränkt ist.

12. Kondensator nach Anspruch 1 bis 11, bei dem zwischen den Elektrodenschichten (2, 3) zwei Trennschichten (1, 6) angeordnet sind und bei dem jede Elektrodenschicht (2, 3) durch ein Beschichtungsverfahren auf einer Trennschicht (1, 6) aufgebracht ist.

13. Kondensator nach Anspruch 1 bis 12, bei dem die Dicke einer Elektrodenschicht (2, 3) weniger als 500 µm beträgt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

FIG 1

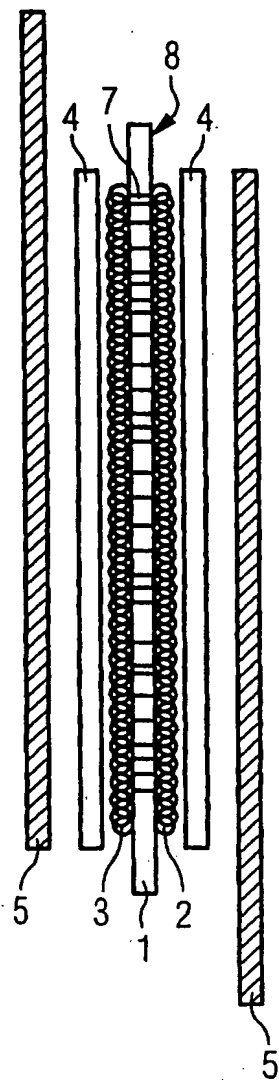


FIG 2

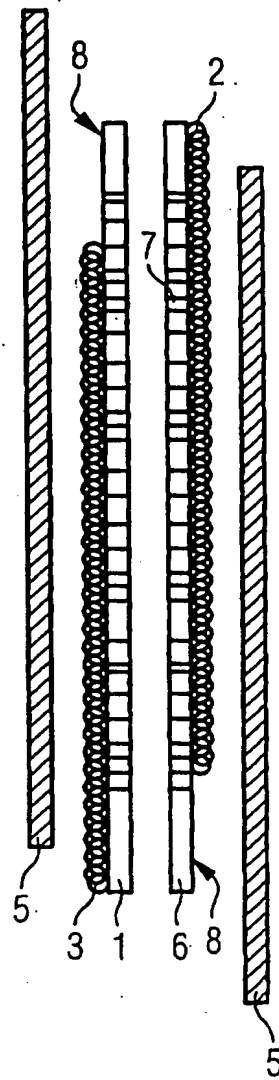


FIG 3

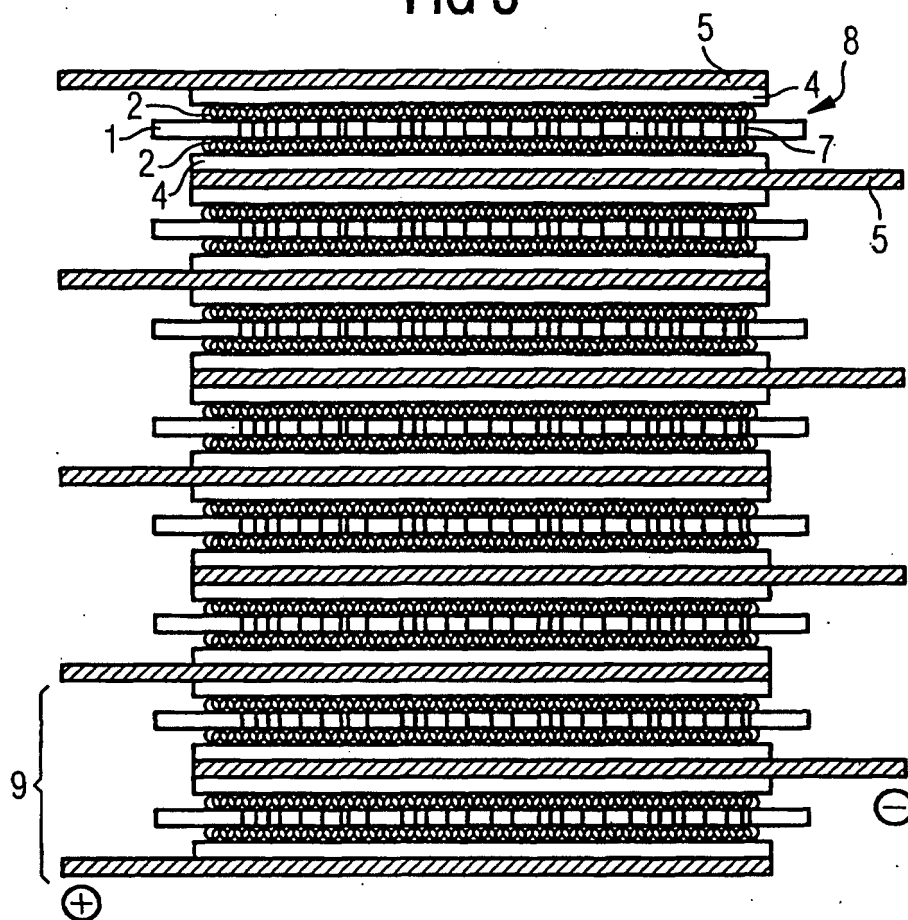


FIG 4

